

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-54900

(43)公開日 平成5年(1993)3月5日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H01M 8/04

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

J 9062-4K

F 9062-4K

8/10

9062-4K

審査請求 未請求 請求項の数5(全7頁)

(21)出願番号 特願平3-217630

(22)出願日 平成3年(1991)8月29日

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 杉山 智弘

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

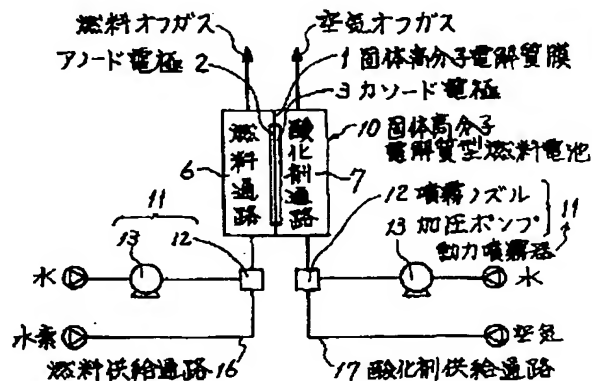
(74)代理人 弁理士 山口 巖

(54)【発明の名称】 固体高分子電解質型燃料電池

(57)【要約】

【目的】電極基材の反応ガス透過性を阻害することなく、固体高分子電解質膜中の水分の蒸発を防ぎ、かつ反応ガスの加湿量制御が容易な加湿装置を得る。

【構成】反応ガス通路を介してアノード電極に燃料を、カソード電極に酸化剤を供給することにより発電を行う固体高分子電解質型燃料電池に、燃料および酸化剤の少なくとも一方側に300 $\mu$ m以下に微小粒子化した霧を添加する反応ガスの加湿装置を設ける。反応ガスの加湿装置は、反応ガス通路に連結された反応ガスの供給通路内に加圧水の噴霧ノズルを有する動力噴霧器、あるいは反応ガスの供給通路内に微小粒子化した霧の生成水面を有する超音波加湿器とする。また、加湿装置に、300 $\mu$ m以下に微小粒子化した霧を蒸気化する加熱手段として、反応ガス通路の出口側で分離したオフガスを反応ガスの供給通路側に還流するバイパス回路を設ける。



加湿(水)に超音波を用いる

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電解質としての固体高分子電解質膜、およびこの固体高分子電解質膜の両面に触媒層がそれぞれ密着するよう配されたアノード電極およびカソード電極と、反応ガス通路となる凹溝を有するガス不透過性板との積層体からなり、前記反応ガス通路を介してアノード電極に燃料を、前記カソード電極に酸化剤を供給することにより発電を行う固体高分子電解質型燃料電池において、前記燃料および酸化剤の少なくとも一方側に300  $\mu\text{m}$ 以下に微小粒子化した霧を添加する反応ガスの加湿装置を備えてなることを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項2】反応ガスの加湿装置が、反応ガス通路に連結された反応ガスの供給通路内に加圧水の噴霧ノズルを有する動力噴霧器であることを特徴とする請求項1記載の固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項3】反応ガスの加湿装置が、反応ガス通路に連結された反応ガスの供給通路内に微小粒子状に霧化した水の生成水面を有する超音波加湿器であることを特徴とする請求項1記載の固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項4】反応ガスの加湿装置が、300  $\mu\text{m}$ 以下に微小粒子化した霧を蒸気化する加熱手段を備えてなることを特徴とする請求項1記載の固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項5】加熱手段が、反応ガス通路の出口側で分離したオフガスを反応ガスの供給通路側に還流するバイパス回路であることを特徴とする請求項4記載の固体高分子電解質型燃料電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、飽和含水することによりプロトン導電性を示す固体高分子電解質膜を電解質保持層とする固体高分子電解質型燃料電池、ことに固体高分子電解質膜の飽和含水状態を保持する加湿装置を備えた固体高分子電解質型燃料電池に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図5は固体高分子電解質型燃料電池の単電池の一般的な構成を示す断面図であり、単電池は、固体高分子電解質膜1と、その両面に触媒層が密着するよう電子導電性を有する多孔質電極基材に支持されたアノード電極2およびカソード電極3と、この一対の電極の両側に配され、凹溝状の燃料ガス通路6および酸化剤通路7を有する一対のガス不透過性板4との積層体からなり、固体高分子電解質膜1およびガス不透過性板4の面積が一対の電極2および3より大きく形成され、固体高分子電解質膜1とガス不透過性板4との間に介装され、隙間8を保持して電極を類縁状に包囲するガスシール材5により反応ガス通路6および7内の燃料ガスおよび酸化剤ガスが積層面を介して外部に漏れないようガスシールされる。また、このように構成された単電池の出力電

圧は1V以下と低いので、単電池複数層を積層して所望の出力電圧の燃料電池スタックが形成される。

【0003】固体高分子電解質膜1としては、スルホン酸基を持つポリスチレン系の陽イオン交換膜をカチオン導電性膜として使用したもの、フロロカーボンスルホン酸とポリビニリデンフロライドとの混合膜、フロロカーボンマトリックスにトリフロロエチレンをグラフト化したもの、あるいはパーフロロカーボンスルホン酸膜（米国、デュポン社、商品名ナフィオン膜）などが知られており、分子中にプロトン（水素イオン）交換基を持ち、飽和含水することにより常温で20  $\Omega\cdot\text{cm}$ 以下の比抵抗を示し、プロトン導電性電解質として機能するとともに、燃料ガスと酸化剤ガスの混合を防ぐ隔膜としても機能する。なお、飽和含水量は温度によって可逆的に変化する。

【0004】一対の電極としてのアノード電極2およびカソード電極3は、触媒活物質を含む触媒層を電子導電性を有する多孔質の電極基材で支持したものからなり、複数の並列な溝からなる燃料ガス通路6から電極基材を透過してアノードに供給される燃料としての水素と、酸化剤通路7からカソードに供給される酸化剤としての空気中の酸素がそれぞれの触媒層で3相界面を形成し、アノード側では水素分子を水素イオンと電子に分解する電気化学反応が、カソード側では酸素と水素イオンと電子から水を生成する電気化学反応がそれぞれ行われ、アノードからカソードに向かって外部回路を移動する電子により発電電力が負荷に供給される。

【0005】上述のように、固体高分子電解質型燃料電池では、固体高分子電解質膜を飽和含水させることにより膜の比抵抗が下がり、プロトン導電性電解質として機能するものであるから、固体高分子電解質型燃料電池の発電効率を高く維持するためには固体高分子電解質膜中の水分を飽和状態に維持するとともに、固体高分子電解質型燃料電池の運転温度を50～100℃程度に保持して固体高分子電解質膜の比抵抗を低く保つ必要がある。このため、各単電池の固体高分子電解質膜はあらかじめ飽和量の水を含水させた状態でスタックの組立作業が行われる。ところが、運転温度を上記温度範囲に高めると固体高分子電解質膜中の水分が蒸発し、飽和含水状態を維持できず固体高分子電解質型燃料電池の発電効率が低下するという問題が発生する。そこで、このような事態を回避するために種々の加湿装置が提案されている。

【0006】図6は従来の反応ガス加湿装置を示す原理的説明図であり、反応ガス（燃料、および酸化剤）と水を水分透過膜9を介して接触させ、水分透過膜を透過した水分で反応ガスを加湿するよう構成されており、反応ガス中の水分の蒸気圧と固体高分子電解質膜中の水分の蒸気圧とが平衡するよう反応ガスを加湿することにより、固体高分子電解質膜中の水分の蒸発を阻止し、飽和含水

状態を維持することができる。また、別の加湿方法として、蒸気発生器であらかじめ発生させた水蒸気を反応ガスに添加し、反応ガスを加湿する方法が知られており、上記と同様な作用効果が得られる。一方、固体高分子電解質膜に水分を補給する方式の加湿装置も提案されている。すなわち、アスピレータ効果により霧状にした水を燃料を輸送担体としてアノード電極に運び、アノード電極が包含する乾燥剤を液状の水の輸送媒体として固体高分子電解質膜に供給し、さらに固体高分子電解質膜を透過した水をカソード電極の表面で蒸発させて固体高分子電解質型燃料電池の冷却を行うよう構成したものが、特開平1-140562（蒸発冷却型イオン交換膜を有する高出力密度燃料電池）により公開されている。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来技術において、水分透過膜を用いた加湿装置では、水分透過膜を透過する水分量が一定なため、燃料電池の負荷状態により増減する反応ガスを常時一定湿度に加湿することが困難であり、固体高分子電解質膜の水分の蒸発を十分に阻止できないばかりか、定格負荷時に所望の加湿状態を得るために水分透過膜の面積が大きくなり、これに伴ってその支持構造部も大型化するという問題が発生する。また、蒸気発生器を用いる方式では、蒸気発生器の消費エネルギーが大きく燃料電池の総合発電効率の低下を招くばかりか、蒸気発生器を含むシステムが複雑かつ大型化するという問題が発生する。さらに、アスピレータ効果により生成した霧状の水を乾燥剤を介して固体高分子電解質膜に水の状態で補給する方式では、高速の反応ガスによりノズルから吸い出された霧の粒子径が大きく、反応ガス通路内で霧が結合して更に粗大化する。このため、粗大化した水滴がアノード電極の多孔質電極基材を濡らし、乾燥剤を含む触媒層に到達する過程で電極基材のガス透過性を阻害するという悪影響が燃料電池の発電性能を阻害する。

【0008】この発明の目的は、電極基材の反応ガス透過性を阻害することなく、固体高分子電解質膜中の水分の蒸発を防止でき、かつ反応ガスの加湿量の制御が容易な加湿装置を得ることにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、この発明によれば、電解質としての固体高分子電解質膜、およびこの固体高分子電解質膜の両面に触媒層がそれぞれ密着するよう配されたアノード電極およびカソード電極と、反応ガス通路となる凹溝を有するガス不透過性板との積層体からなり、前記反応ガス通路を介してアノード電極に燃料を、前記カソード電極に酸化剤を供給することにより発電を行う固体高分子電解質型燃料電池において、前記燃料および酸化剤の少なくとも一方側に300μm以下に微小粒子化した霧を添加する反応ガスの加湿装置を備えてなるものとする。

【0010】また、反応ガスの加湿装置が、反応ガス通路に連結された反応ガスの供給通路内に加圧水の噴霧ノズルを有する動力噴霧器であるか、あるいは反応ガス通路に連結された反応ガスの供給通路内に微小粒子化した霧の生成水面を有する超音波加湿器であるものとする。

【0011】さらに、反応ガスの加湿装置が、300μm以下に微小粒子化した霧を蒸気化する加熱手段を備えてなるものとし、ことに反応ガスの加熱手段が、反応ガス通路の出口側で分離したオフガスを反応ガスの供給通路側に還流するバイパス回路であるものとする。

#### 【0012】

【作用】この発明の構成において、反応ガス通路を介してアノード電極に燃料を、カソード電極に酸化剤を供給することにより発電を行う固体高分子電解質型燃料電池において、燃料および酸化剤の少なくとも一方側に300μm以下に微小粒子化した霧を添加する反応ガスの加湿装置を設けるよう構成したことにより、反応ガスをキャリアとして反応ガス通路に流入した300μm以下に微小粒子化した霧は、燃料電池の発電生成熱を奪って蒸気化し、電極基材を濡らすことなく反応ガスを加湿し、その水蒸気分圧があらかじめ飽和含水された固体高分子電解質膜のそれと平衡するよう作用するので、固体高分子電解質膜中の水分の蒸発が阻止され、固体高分子電解質膜は飽和含水状態の低い比抵抗を維持し、効率の高い発電運転を行うことができる。

【0013】また、反応ガスの加湿装置を、反応ガス通路に連結された反応ガスの供給通路内に加圧水の噴霧ノズルを有する動力噴霧器とすれば、ノズルの構造と水圧との兼ね合いにより300μm以下に微小粒子化した霧を僅かな動力により容易に生成して反応ガスを加湿できるとともに、燃料電池の負荷の変化に対応して水圧を制御することにより、霧化する水の量を制御することができる。さらに、反応ガスの加湿手段を反応ガス通路に連結された反応ガスの供給通路内に微小粒子状に霧化した水の生成水面を有する超音波加湿器としても、超音波振動子の駆動電力を燃料電池の負荷に対応して制御することにより、反応ガス量に対応して300μm以下に微小粒子化した霧を反応ガスに添加する機能が得られる。

【0014】一方、反応ガスの加湿装置に、300μm以下に微小粒子化した霧を蒸気化する加熱手段として、例えば反応ガス通路の出口側で分離したオフガスを反応ガスの供給通路側に還流するバイパス回路を付加するよう構成すれば、燃料電池の廃熱を利用して微小粒子状に霧化した水の蒸気化を促進し、反応ガスを加湿する機能が得られる。

#### 【0015】

【実施例】以下、この発明を実施例に基づいて説明する。図1はこの発明の実施例になる固体高分子電解質型燃料電池を示すシステム構成図、図2は実施例装置の要部を示す断面図であり、従来技術と同じ構成部分には同

一参照符号を付すことにより、重複した説明を省略する。図において、固体高分子電解質型燃料電池10の燃料通路6に水素を供給する燃料供給通路16、および酸化剤通路7に空気を供給する酸化剤供給通路17には、それぞれに連結された反応ガスの加湿装置として動力噴霧器11が設けられる。動力噴霧器11は図2に示すように反応ガス（水素および空気）の供給通路内に配された噴霧ノズル12と、噴霧ノズル12に加圧水18を供給する加圧ポンプ13とで構成され、噴霧ノズル12から300 $\mu$ m以下に微小粒子化した霧19が反応ガス中に噴出され、霧19を含む水素が燃料供給通路16を介して燃料通路6に供給され、霧化した水を含む空気が酸化剤通路7に供給される。

【0016】反応ガス通路6および7は燃料電池の発電反応熱によりその運転温度である50~100 $^{\circ}$ Cに保たれており、反応ガスを輸送担体として反応ガス通路に流入した霧の微小粒子は上記発電反応熱を奪って蒸発し、反応ガスを加湿する。従って、加圧ポンプ13を燃料電池の出力電力に対応して制御すれば、出力電力に対応して流量が変化する反応ガスを例えば相対湿度100%近くに安定して加湿することが可能であり、あらかじめ飽和含水した固体高分子電解質膜1の水蒸気分圧と、反応ガス中の水蒸気分圧との平衡が保持され、固体高分子電解質膜中の水分の蒸発を阻止してその比抵抗を低く保ち、固体高分子電解質型燃料電池10の発電効率を高度に維持して発電運転を行うことができる。

【0017】上述のように構成された加湿装置を有する固体高分子電解質型燃料電池においては、動力噴霧器11が300 $\mu$ m以下に微小粒子化した霧を発生するので、発電反応熱を利用して霧を容易に気化させ、反応ガス中の水蒸気分圧を固体高分子電解質膜のそれと平衡するよう加湿し、固体高分子電解質膜にあらかじめ飽和含水した水の蒸発を防止することができる。したがって、固体高分子電解質膜に水分を補給する必要はないが、固体高分子電解質膜に局部的水分の不足が生じた場合には、水蒸気分圧の平衡を保つよう水蒸気が電極を透過して固体高分子電解質膜側に移動して水分を補給するので、液状の補給水が電極基材を濡らすことによる反応ガスの供給障害を排除することができる。また、微小粒子化した水の生成量は加圧ポンプにより任意に制御できるので、燃料電池の負荷の変動に対応して変化する反応ガス量に追従して霧の発生量を容易に制御でき、したがって負荷の変動に関わりなく水蒸気分圧の平衡を保持して固体高分子電解質膜を飽和含水状態に保持することができる。なお、動力噴霧器11は燃料供給通路16、酸化剤供給通路17のいずれか一方側にのみ設けるよう構成してよく、また両方側に設ける場合にも、加圧ポンプ13を共用するよう構成してよい。

【0018】図3はこの発明の異なる実施例になる加湿装置の要部を示す断面図であり、反応ガスの加湿装置を

超音波加湿器21で構成した点が前述の実施例と異なっている。超音波加湿器21は水面が反応ガス通路16または17内に開口した水槽22と、その水中に配された超音波振動子23とで構成され、反応ガスと水との界面の振動効果により、300 $\mu$ m以下に微小粒子化した霧を生成し、反応ガスと混合して反応ガス通路に運ばれた霧が燃料電池の発電生成熱により気化して反応空気を加湿する。また、霧の発生量は超音波振動子の入力電力を燃料電池の負荷に対応して制御することにより、反応ガス中の水蒸気分圧が固体高分子電解質膜のそれと平衡するよう加湿される。

【0019】図4はこの発明の他の実施例を示すシステム構成図であり、図1に示す加湿装置に、固体高分子電解質型燃料電池10から排出される空気オフガスの一部分を酸化剤供給通路17側に還流する加熱手段としてのバイパス回路31、および燃料オフガスの一部を燃料供給通路16側に還流するバイパス回路31を設けた点が前述の実施例と異なっており、バイパス回路31にはブロワ32および制御弁33が設けられ、オフガスの還流量を燃料電池の負荷の変動に対応して制御するよう構成される。

【0020】上述のようなオフガスのバイパス回路31を付加することにより、動力噴霧器11により300 $\mu$ m以下に微小粒子化された霧19をオフガスの持つ廃熱を利用して直ちに水蒸気化し、反応ガスを所望の平衡状態に加湿することができると同時に、霧により電極基材が濡れることによる反応ガスの供給障害を防止できるので、固体高分子電解質型燃料電池の発電運転を効率良く行うことができる。なお、バイパス回路31は、図3に示す超音波加湿器21を用いた加湿装置に付加するよう構成しても上記と同様な作用効果が得られる。

【0021】

【発明の効果】この発明は前述のように、反応ガス通路を介してアノード電極に燃料を、カソード電極に酸化剤を供給することにより発電を行う固体高分子電解質型燃料電池において、燃料および酸化剤の少なくとも一方側に300 $\mu$ m以下に微小粒子化した霧を添加する反応ガスの加湿装置を設けるよう構成した。その結果、反応ガスをキャリアとして反応ガス通路に侵入した300 $\mu$ m以下に微小粒子化した霧は、燃料電池の発電生成熱を奪って蒸気化し、電極基材を濡らすことなく反応ガスを加湿し、その水蒸気分圧があらかじめ飽和含水された固体高分子電解質膜のそれと平衡するよう作用し、固体高分子電解質膜中の水分の蒸発が阻止される。したがって、霧を液状のまま電極に含ませた乾燥剤を介して固体高分子電解質膜に供給する従来技術とは異なり、固体高分子電解質膜にあらかじめ飽和含水した水の蒸発を、反応ガスが水蒸気分圧の平衡を保つことにより阻止するので、従来技術で問題となった多孔質電極基材が濡れることにより生ずる反応ガスの供給障害が排除され、固体高分子

電解質膜は飽和含水状態の低い比抵抗を維持し、かつ反応ガスの供給障害による発電性能の低下を伴うことなく、効率の高い発電運転を安定して行える固体高分子電解質型燃料電池を提供することができる。

【0022】また、反応ガスの加湿装置を、反応ガス通路に連結された反応ガスの供給通路内に加圧水の噴霧ノズルを有する動力噴霧器とすれば、ノズルの構造と水圧との兼ね合いにより $300\mu\text{m}$ 以下に微小粒子化した霧を僅かな動力により容易に生成して反応ガスを添加できるとともに、燃料電池の負荷の変化に対応して水圧を制御することにより、微小粒子化した霧の量を制御できるので、水分透過膜を用いた従来の技術における負荷追従性の欠如や装置の大型化問題、あるいは蒸気発生器を用いた従来の技術における消費エネルギーの増大に起因する総合効率の低下やシステムの大型化問題等が排除され、負荷応答性に優れ、構成が簡素で電力消費が少なく、従って総合効率の高い加湿装置を備えた固体高分子電解質型燃料電池を提供することができる。さらに、反応ガスの加湿手段を反応ガス通路に連結された反応ガスの供給通路内に微小粒子状に霧化した水の生成水面を有する超音波加湿器としても、超音波振動子の駆動電力を燃料電池の負荷に対応して制御することにより、反応ガス量に対応して微小粒子化した霧を生成でき、前述の実施例と同様な作用効果を有する固体高分子電解質型燃料電池を提供することができる。

【0023】一方、反応ガスの加湿装置に、 $300\mu\text{m}$ 以下に微小粒子化した霧を蒸気化する加熱手段として、例えば反応ガス通路の出口側で分離したオフガスを反応ガスの加湿手段側に還流するバイパス回路を付加するよう構成すれば、燃料電池の廃熱を利用して微小粒子化した霧を早期に蒸気化し、反応ガスを加湿する機能が得られるので、電極の濡れと、これに起因する発電効率の低下を排除し、負荷の変動に関わりなく水蒸気分圧の平衡を安定に保持して固体高分子電解質膜の飽和含水状態を維持できる加湿装置を備えた固体高分子電解質型燃料電池を提供することができる。

池を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例になる固体高分子電解質型燃料電池を示すシステム構成図

【図2】実施例になる固体高分子電解質型燃料電池の要部を示す断面図

【図3】この発明の異なる実施例になる加湿装置の要部を示す断面図

【図4】この発明の他の実施例を示すシステム構成図

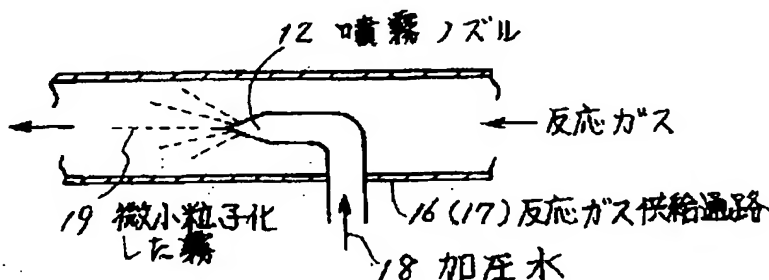
【図5】固体高分子電解質型燃料電池の単電池の一般的な構成を示す断面図

【図6】従来の反応ガス加湿装置を示す原理的説明図

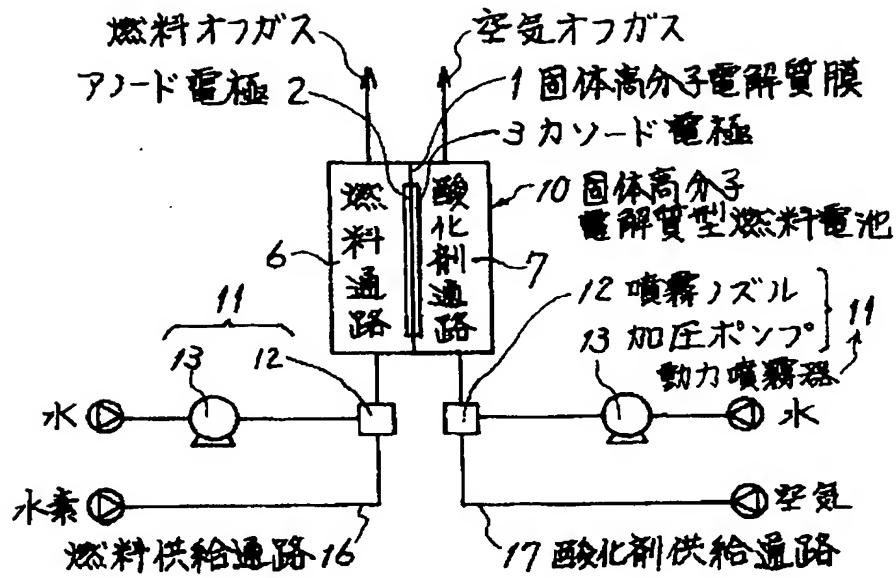
【符号の説明】

- |    |                              |
|----|------------------------------|
| 1  | 固体高分子電解質膜                    |
| 2  | アノード電極                       |
| 3  | カソード電極                       |
| 4  | ガス不透過性板                      |
| 5  | ガスシール材                       |
| 6  | 燃料通路                         |
| 7  | 酸化剤通路                        |
| 9  | 水分透過膜                        |
| 10 | 固体高分子電解質型燃料電池                |
| 11 | 動力噴霧器（反応ガスの加湿装置）             |
| 12 | 噴霧ノズル                        |
| 13 | 加圧ポンプ                        |
| 16 | 燃料供給通路                       |
| 17 | 酸化剤供給通路                      |
| 18 | 加圧水                          |
| 19 | $300\mu\text{m}$ 以下に微小粒子化した霧 |
| 21 | 超音波加湿器（反応ガスの加湿装置）            |
| 22 | 水槽                           |
| 23 | 超音波振動子                       |
| 31 | バイパス回路（加熱手段）                 |
| 32 | プロワ                          |
| 33 | 制御弁                          |

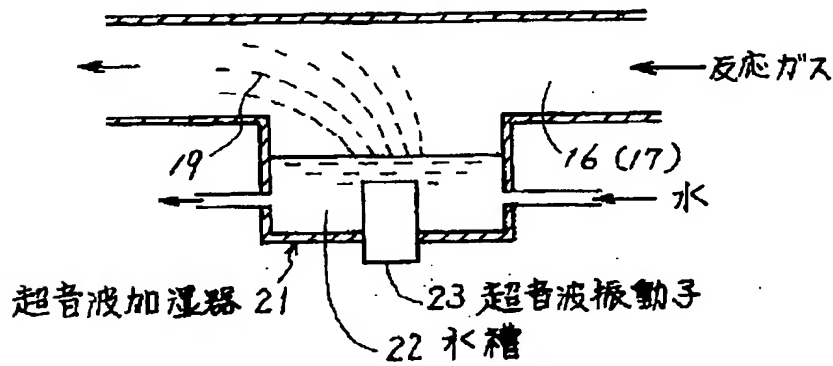
【図2】



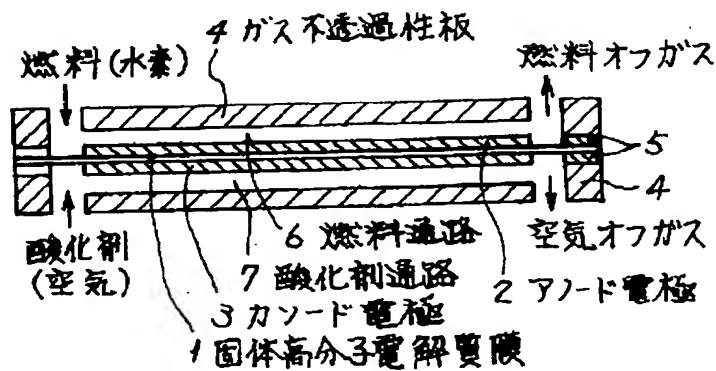
【図1】



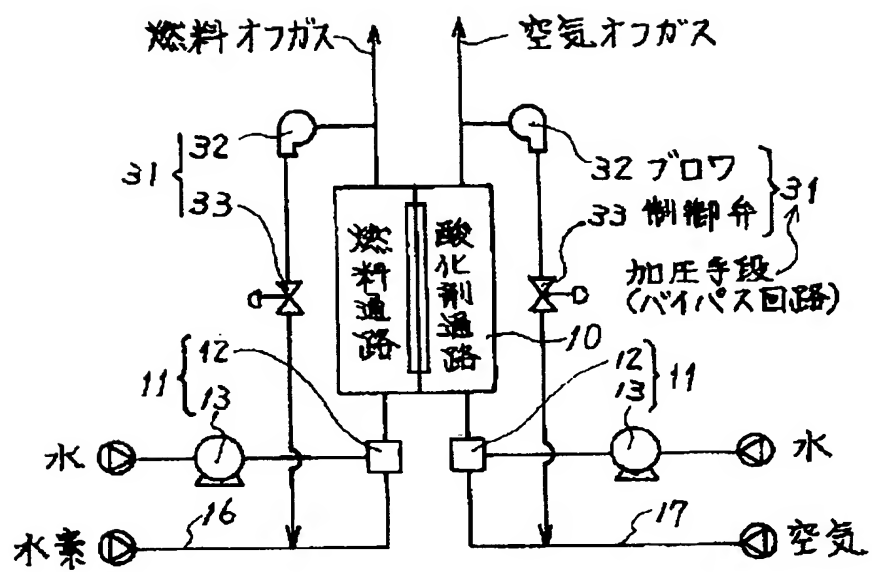
【図3】



【図5】



【図4】



【図6】

